**Tema:** PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

**Objetivos específicos:**

* Conocer la definición de fluido y sus principales consecuencias
* Distinguir entre gas y líquido
* Entender los principios fundamentales de las propiedades más importantes de los fluidos

**RESUMEN DE TEORÍA**

1. **Definición de fluido**: Sustancia incapaz de conservar su forma cuando se ejerce una fuerza sobre éste. No tiene volumen propio. Adopta la forma del recipiente que lo contiene. Ante cualquier esfuerzo normal o de cizalla, se mueve, fluye.
2. **Diferencias entre GAS y LÍQUIDO**:

**Un gas es fácilmente compresible, un líquido se puede considerar incompresible**. Un gas ocupa todo el volumen disponible, un líquido puede tener un volumen mayor o menor que el recipiente que lo intenta contener. Si el volumen del líquido es menor que el del recipiente, se identifica con claridad la superficie del líquido; no sucede así con los gases. Las densidades de los gases son menores a las de los líquidos.

1. **Principales propiedades de los fluidos**
   1. **Densidad: Relación masa / volumen**

* *Fórmula:*
* *Unidades*:

S Internacional: kg/m3; S Inglés: lbm/ft3

**NOTAS:** La densidad del agua a 20°C vale: 1000 kg/m3; 1,94 slug/pie3; 62,4 lbm/ft3. (1 lbm = 32,17 slug)

* + 1. ***Densidad relativa*** *(adimensional)*

(Mal llamada “gravedad específica”)

Para líquidos:

Para gases:

**NOTAS:** No tiene unidades. Sin embargo, se suelen usar escalas, como grados API, Brix, etc.

*Ejemplo*: Escala grados API, crudos pesados:

*°API =*

Crudos livianos (ligeros) tienen grados API >31,1

Crudos extra pesados tienen grados API<10

* 1. **Peso específico: Relación peso / volumen**
* *Fórmula:*

Se puede calcular como peso / volumen o como densidad por gravedad, tomando generalmente la gravedad como 9,8 m/s2

* *Unidades*:

S Internacional: N/m3; (kN/m3) S Inglés: lbf/ft3

**NOTA**: valores para el agua a 20°C: 9,78 kN/m3 o 62,43 lbf/pie3

* 1. **Temperatura**

Medida del promedio estadístico de la energía cinética de las partículas de una sustancia.

*Unidades*:

S Internacional absoluto: Kelvin (K); Relativo: Celsius (°C)

S Inglés absoluto: Rankine (°R); Relativo: Farenheit (°F)

* *Conversión de escalas*:

K = °C +273,15

°R = °F + 460

°F = 9/5 (°C) + 32

* 1. **Presión**

Medida estadística de la fuerza promedio de los choques de las partículas de una sustancia. En términos macroscópicos es la fuerza ejercida por una sustancia sobre la unidad de área.

* *Fórmula:*
* *Unidades*:

S Internacional: Pa 1 Pa = 1 N/m2

S Inglés: psi 1 psi = 1 lbf / in2

**Otras unidades y equivalencias:**

**76 cm Hg = 760 mmHg = 1 atm = 101325 Pa = 100000 bar**

**NOTAS:** Es incorrecto hablar de “libras” como presión. Hay que decir psi, o libras por pulgada cuadrada.

* 1. **Viscosidad**

Resistencia intrínseca del fluido al movimiento que resulta de la fricción interna de las partículas que lo componen.

* + 1. ***Viscosidad absoluta***
* *Fórmula:*  Donde: esfuerzo : velocidad : espesor : gradiente de velocidad.
* *Unidades*:

S Internacional: Pa∙s 1 Pa∙s = 1000 cp (10 poises)

S Inglés: lbf/pie2 ∙s

**NOTA: la viscosidad absoluta del agua a 20°C es 1 centipoise = 1 mPa∙ s**

* + 1. ***Viscosidad cinemática***
* *Fórmula:*
* *Unidades*:

S Internacional: m2∙s 1 cSt = 1\*10-6 m2/s

**NOTA: la viscosidad cinemática del agua a 20°C es 1 centiStoke = 0,01 St = 1\*10-6 m2/s**

* 1. **Compresibilidad**

Capacidad de un cuerpo de disminuir su volumen cuando se ejerce una presión sobre éste. Los sólidos son incompresibles, por definición; los líquidos difícilmente compresibles y los gases compresibles.

* *Fórmula:* Donde p es presión; V es volumen; es relación de compresión: diferencia de volumen sobre volumen inicial. Recordar que la idea es que V2 < V1
* *Unidades*:

S Internacional: MPa: megapascales S. Inglés: psig

**NOTA: El módulo de compresibilidad del agua a 20°C es aproximadamente K = 2200 MPa = 2,2\*109 Pa. Son valores muy altos, porque se requieren grandes presiones para conseguir ligeras disminuciones de volumen de los líquidos. No así con los gases, que con bajos aumentos de presión ya disminuye bastante su volumen a temperatura constante.**

* 1. **Tensión superficial (Líquidos)**

Medida de la cohesión interna de las moléculas o partículas de un fluido. A mayores fuerzas de atracción internas, mayor tensión superficial. Tiene unidades de fuerza / distancia o de trabajo / área.

**NOTA: la tensión superficial del agua a 20°C es aproximadamente = 0,074 N/m**

* 1. **Altura capilar (Líquidos)**

Altura alcanzada por un líquido en un tubo de diámetro pequeño (inferior a 1 cm) cuando éste se pone sobre la superficie del líquido. Relaciona las fuerzas de cohesión, internas, con las de adhesión, del líquido a la superficie del capilar. Entre más alta sea la adhesión con respecto a la cohesión, más subirá el líquido en el capilar.

* *Fórmula:*  Donde es tensión superficial del líquido; es ángulo de contacto entre el líquido y la superficie del capilar; es peso específico del líquido; es diámetro del capilar.
* *Unidades*:

S Internacional: m S Inglés: pie

* 1. **Presión de vapor (Líquidos)**

Es la presión que ejercen las partículas del líquido que escapan de su superficie y pasan a estado gaseoso, sobre la misma superficie. Aumenta a medida que aumenta la temperatura. Los líquidos volátiles tienen alta presión de vapor a bajas temperaturas, por ende pasan más fácilmente al estado gaseoso. La ecuación que relaciona la presión de vapor de un líquido, con la temperatura, es la Ecuación de Antoine.

**EJERCICIOS PROPUESTOS DE PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS**

1. En un viscosímetro de bola que cae, se permite que una bola de acero de 1,6 mm de diámetro, caiga libremente en un aceite pesado de densidad relativa 0,94. El acero tiene un peso específico de 77 kN/m3. Se observa que la bola cae 250 mm en 10,4 s. Determine la viscosidad del aceite.
2. Determinar la variación absoluta y porcentual de volumen de 1 m3 a 20°C, si su módulo de compresibilidad es 2240 MPa y se somete a una presión de 250 MPa.
3. El mercurio forma un ángulo de 130 ° cuando se pone en contacto con un tubo de vidrio limpio. ¿Qué distancia descenderá el mercurio en un tubo de vidrio de 0.6 pulg de diámetro? Use  = 0,032 lbf/pie
4. El amoníaco líquido tiene una densidad relativa de 0,84. Calcule el volumen de amoníaco que tendría un peso de 50 N.
5. Un tanque de almacenamiento de gasolina (G = 0.68) consiste en un cilindro vertical de 10 m de diámetro. Si está lleno hasta una profundidad de 6,75 m, calcule el peso y la masa de la gasolina.
6. ¿A qué altura se elevaría el agua en un tubo vertical, de 0,02 cm de diámetro, si está fijo a la pared formando un ángulo de 30°, respecto a la vertical? El agua está a 20°C.
7. Calcule la densidad y el peso específico del aire en una casa que está a 15°C y a presión atmosférica estándar.
8. Un tubo de 1,2 mm de diámetro se inserta dentro de un líquido desconocido cuya densidad, a una cierta temperatura, es 920 kg/m3. Se observa que el líquido se eleva una altura de 5 m en el tubo, con un ángulo de contacto de 15°. Determine la tensión superficial de ese líquido, a la misma temperatura.
9. Un esfuerzo cortante de 2,5 N / m2, produce una deformación angular de 100 Hz en un fluido newtoniano. ¿Cuál es la viscosidad dinámica del fluido en Pa · s?
10. ¿Cuál será el módulo de compresibilidad de un fluido que disminuye su volumen en 0,02 % cuando se le aplica una diferencia de presión de 1000 lb / pie2?
11. Para un líquido de viscosidad cinemática 3\*10-4 Stokes y densidad relativa 0,8; ¿Cuál será su viscosidad absoluta en Pa∙s y en poises?
12. Un tanque neumático se presuriza a 750 psia cuando la temperatura alcanza 10°F. Determine la densidad y la masa del aire.
13. En un viscosímetro de tubo capilar se prueba un fluido, obteniéndose los siguientes datos: diámetro interior del tubo: 2,5 mm; longitud entre tomas del manómetro: 300 mm; fluido manométrico: Hg; deflexión del manómetro: 177 mm; velocidad de flujo: 1,58 m/s. Determine la viscosidad absoluta del aceite.
14. Se hace pasar agua a través de una contracción lo que provoca una baja presión. Se observa que el agua pasa a una presión de -11,5 psig. Si la presión atmosférica es 14,5 psi, ¿Cuál es la temperatura del agua?
15. Una placa localizada a 0,5 mm de otra (fija), se mueve a una velocidad de 0,25 m/s y requiere una fuerza por unidad de área de 2 Pa para mantener esa velocidad. Diga la viscosidad absoluta del fluido entre las placas.
16. Convertir las siguientes temperaturas a la unidad respectiva:
17. 30°C a K b) 200 K a °C
18. 150°F a °R d) -20°C a °R

**BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA**

* Mott: 6ª. edición; Capítulo 1, páginas 6 a 21 y capítulo 2.
* Potter: 3ª. edición; capítulo 1, páginas 13 a 22.
* Exposiciones de viscosidad y propiedades de los fluidos. Ver en el dropbox: MECÁNICA DE FLUIDOS/**1** **CORTE/ ESTÁTICA DE FLUIDOS /…**